

**SVEU ILIŠTE U ZAGREBU**  
**PRIRODOSLOVNO – MATEMATI KI FAKULTET**  
**BIOLOŠKI ODSJEK**

**PERLIKULTURA – UZGOJ BISERNICA (Bivalvia:  
Pteriidae)**

**PEARL CULTURE – CULTIVATION OF PEARL  
OYSTERS (Bivalvia: Pteriidae)**

**SEMINARSKI RAD**

Valentina Dori

Preddiplomski studij biologije  
(Undergraduate Study of Biology)

Mentor: doc. dr. sc. Jasna Lajtner

Zagreb, 2013.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	2
2. BIOLOGIJA ŠKOLJKAŠA .....	3
2.1. Porodica Pteriidae.....	7
2.1.1. <i>Pinctada maxima</i> (Jameson, 1901).....	7
2.1.2. <i>Pinctada margaritifera</i> (Linneaus, 1758).....	8
2.1.3. <i>Pinctada fucata</i> (Gould, 1850) .....	9
3. KULTURA BISERNICA.....	11
3.1. Mrijestilište.....	11
3.2. Nasa i vanje jedinki .....	12
3.3. Kultura bisera .....	16
4. LITERATURA.....	19
5. SAŽETAK.....	20
6. SUMMARY .....	20

## 1. UVOD

čovječanstvo poznaje bisere još od samih početaka civilizacije. Godine 2 300-te prije Krista, biseri se spominju u kineskim zapisima kao cijenjena imovina plemstva, u drevnim indijskim tekstovima spominje se kako je Krishna otkrio prvi biser, a u Egiptu se sedef koristio u dekorativne svrhe 4 000 godina prije Krista. I Grci su jako cijenili bisere, a osobito su ih nosili na vjenčanjima jer se smatralo da biseri donose ljubav. Rimljani su nosili bisere kao simbol bogatstva i prestiža, a to značenje zadržalo se u svijetu sve do pojave kultiviranih bisera ([www.pearl-guide.com/pearl-history.shtml](http://www.pearl-guide.com/pearl-history.shtml)).

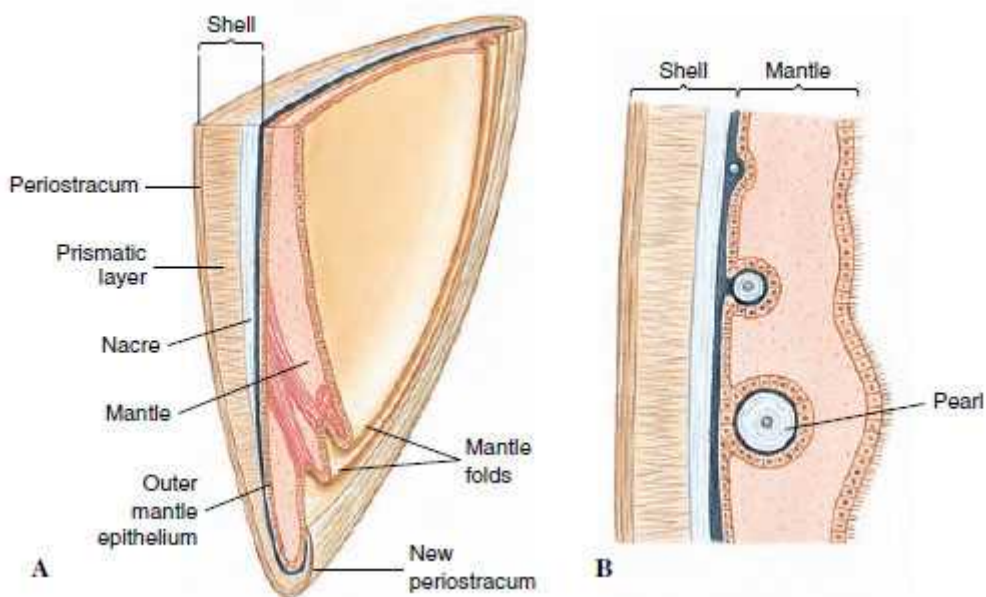
Pokušaji kultivacije slatkovodnih bisernica sežu u 13. stoljeće kada su Kinezi u njih umetali figurice Bude koje su nakon nekog vremena postale prekrivene bisernim slojem. Carl von Linné je 1761. godine tvrdio da je proizveo prvi okrugli biser iz slatkovodne bisernice. Proces uzgoja bisera prvi je razvio britanski biolog William Saville-Kent, a svoje znanje i tehnike je prenio na dva Japanca, Tatsuhei Mise i Tokichi Nishikawa. Japanac Kokichi Mikimoto je 1896. dobio dozvolu za proizvodnju bisera tehnikama Mise-a i Nishikawa-e i ubrzo započeo s dominacijom u industriji bisera i njihovom tržištu. Danas su najveći proizvođači i kultiviranih bisera Japan i Australija. Indonezija, Malezija, Indija, Šri Lanka, Tajland, Meksiko, Sudan, Filipini, Tajvan i Kina također imaju razvijenu industriju uzgoja bisernica (Gervis i Sims, 1992).

Prirodni biser nastaje kada strana čestica, poput zrnca pijeska ili nametnika, uđe u prostor između plašta i ljuštore školjkaša. Budući da životinju to smeta, hipostrakumski sloj počinje izlučivati sedef oko te čestice. Iako većina mekušaca ima tu sposobnost, gospodarski vrijedne bisere stvaraju samo školjkaši koji izlučuju sedef. Najvažnije vrste u tom procesu spadaju u porodice Pteriidae i slatkovodne Margaritiferidae (Gervis i Sims, 1992).

Znanstvena imena vrsta bisernica koje su detaljnije obrađene u ovom seminarskom radu provjerena su prema Appeltans i sur. (2012), a provjera taksonomske pripadnosti napravljena je prema [www.itis.gov](http://www.itis.gov).

## 2. BIOLOGIJA ŠKOLJKAŠA

Tijelo školjkaša je bilateralno simetrično i bilo spljošteno. Nalazi se zatvoreno unutar dvije vapnenačke ljuštore koje izljuje plašt. S lijeve strane ljuštore su spojene ligamentom, a cijela struktura se naziva školjka. Ljuštura je građena od tri sloja: vanjskog proteinskog sloja (periostrakum), središnjeg vapnenačkog sloja (ostrakum) i unutrašnjeg vapnenačkog sloja (hipostrakum) (Slika 1). Središnji i unutrašnji vapnenački sloj razlikuju se po obliku kristala (aragonita i kalcita) koji se ulažu u organsku osnovu. Tako je ostrakum građena od kristala u obliku prizmi postavljenih okomito na plaštani epitel, a hipostrakum od kristala u obliku listića postavljenih paralelno s plaštanim epitelom. Hipostrakum je u mnogih školjkaša građena od debljih pločastih slojeva vapnenca koji se naziva sedef (Habdija i sur., 2011).



**Slika 1.** Građa ljuštore školjkaša

(Preuzeto sa: [www.biocyclopedia.com/index/general\\_zoology/images/images24/fig005.jpg](http://www.biocyclopedia.com/index/general_zoology/images/images24/fig005.jpg))

Vršni dio ljuštore naziva se vrh ili umbo te je ujedno i njen najstariji dio. Oko njega su koncentrično raspoređene zone prirasta. Kod većine školjkaša na rubu ljuštore nalazi se brava koja se sastoji od sustava zubi i udubina koji se mogu uklopiti jedni u druge te na taj način

poja avaju vrsto u prianjanja ljuštura. Gra a brave je jedan od kriterija za determinaciju vrsta (Habdija i sur., 2011) .

Ligament koji drži obje ljuštore zajedno nalazi se s le ne strane školjkaša i ima ulogu u otvaranju školjke. On je u vlažnoj sredini elasti an, a na suhom je krhak. Ljuštura se zatvara stezanjem miši a zatvara a (aduktora) ija su hvatišta vidljiva na praznoj ljušturi. Ligament i miši zatvara ljuštore djeluju antagonisti ki; kada je miši stegnut, ligament je opušten, a ljuštura je zatvorena i obrnuto (Habdija i sur., 2011).

Plast je vrlo opsežno razvijen i u potpunosti obavija cijelo tijelo školjkaša. Utrobnu vre u plast zatvara na le noj strani, anjegova dva reznja bo no se spuštaju sa svake strane tijela i uz ljušturu. Rubovi plasta mogu biti cijelom dužinom odvojeni, a mogu i djelomi no srasti pa nastanu dva manja. Tada gornji dio služi kao izlazni otvor za izbacivanje fekalija i iskorištenu vodu, a donji za ulazak vode. Mehanoreceptori, kemoreceptori i fotoreceptori nalaze se na središnjem naboru ruba plasta. U plaštanoj šupljini smješteni su stopalo i škrge (Matoni kin i sur., 1998).

Stopalo je bo no spljošteno, sjekirasto, a razvilo se kao prilagodba za ukopavanje u sediment. U njemu se nalaze vrlo dobro razvijeni miši ni sustav i veliki stopalni krvni sinus. Neke vrste na stopalu imaju bisusne žlijezde koje izlu uju bisusna vlakna kako bi se životinja pri vrstila za podlogu. Ta proteinska vlakna se izlu uju u bisusni žlijeb na bazi ljuštore, nit se tada distalno pri vrsti za podlogu, a proksimalno se bisusnim miši ima retraktorimaniti pri vrš uju za le ni dio ljuštore (Habdija i sur., 2011).

Škrge školjkaša su razli ito razvijene što je povezano s na inom prehrane. S obzirom na gra u škrga školjkaši se dijele na etiri reda: *Protobranchia* koji imaju vrlo jednostavne škrge, a hranu uzimaju parom trepetljikavih pipala iz sedimenta, *Septibranchia* koji umjesto škrga imaju miši nu pregradu koja poti e cirkulaciju vode kroz plaštanu šupljinu, a hrane se detritusom ili su grabežljivci, te *Filibbranchia* i *Eulamellibranchia*. Školjkaši iz posljednja dva reda imaju listaste škrge koje su sastavljene od duga kih i tankih vlakana. Voda ulazi u plaštanu šupljinu, struji i oplakuje škrge i dolazi u nadškržnu šupljinu iz koje izlazi van. Osim što vrše funkciju izmjene plinova, škrge ovih školjkaša imaju trepetljikavu površinu pa procje uju vodu i skupljaju hranu (Habdija i sur., 2011).

estice hrane koje su se zadržale na škrgama se u sluzavim nitima provode do usta te kroz jednjak u želudac, ija gra a je esto složena i nije jednaka kod svih školjkaša. Želudac se uvijek sastoji od želu ane vre ice i cjevastog želu anog nastavka. Želu ani nastavak je parnim naborima stijenki podijeljen u dva dijela: donji dio koji izgra uje prolaz prema crijevu i gornji žlijezdani dio koji povremeno stvara kristalni pruti kojeg trepetljike okre u oko glavne osi. U želucu se odvija izvanstani na probava hrane, a apsorpcija hranjivih tvari i unutarstani na probava odvijaju se u probavnim žlijezdama. Neprobavljeni ostaci izbacuju se van (Matoni kin i sur., 1998).

Optjecajni sustav školjkaša je otvoren. Kroz dvije bo ne pretklijetke hemolimfa zasi ena kisikom iz škrge dolazi u klijetku. Iz nje se dvjema aortama odvodi do kapilarnih sustava organa. Deoksigenizirana hemolimfa se potom skuplja u sinusima i lakunama. Hemolimfa iz glavnog venskog zatona prolazi kroz parne metanefridije u kojima se osloba aju produkti metabolizma, a hemolimfa se dovodnom škržnom žilom dovodi u škrge gdje se ponovno oksigenizira. Naj eš i respiratorni pigment školjkaša je hemocijanin. Osim transportne uloge, optjecajni sustav školjkaša ima i ulogu hidroskeleta koji omogu uje ukopavanje u sediment. Izmjena plinova obavlja se preko svih izloženih epitelnih podru ja (škrge, plašt, stopalo) (Habdija i sur., 2011).



**Slika 2.** Anatomija bisernice

(Preuzeto i prilagođeno prema

[www.digsfish.com/imgs/gallery/lrg/Blacklip\\_pearl\\_oyster\\_from\\_the\\_Cook\\_Islands.jpg](http://www.digsfish.com/imgs/gallery/lrg/Blacklip_pearl_oyster_from_the_Cook_Islands.jpg))

Školjkaši su uglavnom razdvojena spola, a gonade su vrlo velike s mnogo režnjeva. Smještene su u gonoceluutrobne vreće. Oplodnja je vanjska u slobodnoj vodi ili plaštanoj šupljini. Jaja se spiralno brazdaju i razvija se trohoforna ličinka koja na jednoj strani ima žlijezdu koja će izlučiti zaštitni ljušturu. Iz trohoforese razvija veliger ličinka koja je planktonska i s druge strane ima jednodijelnu ljušturu koja se koljenasto savije pa iz nje nastanu dvije simetrične polovice. Iz veliger ličinke se razvija mladi školjkaš s djelomično razvijenom ljušturom te se pri vršuje ili ukopava u podlogu gdje raste u odraslu jedinku (Habdija i sur., 2011).

## 2.1. Porodica Pteriidae

Kamenice iz porodice Pteriidae se koriste za proizvodnju bisera u svijetu. Unutar te porodice postoje dva priznata roda *Pinctada* i *Pteria*. Kamenice iz roda *Pteria* imaju izduženiji oblik ljuštore, a vrsta *Pteria penguin* se koristi za proizvodnju polubisera (Slika 3). Ovaj rod je est u Indijskom i Tihom oceanu, a rasprostranjen je od Kalifornije i Paname na istoku, kroz Melaneziju, jugoisto nu Aziju, isto nu Afriku sve do Crvenog mora i Perzijskog zaljeva (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 3.** *Pteria penguin*

(Preuzeto sa: [www.nmr-pics.nl/Pteriidae/album/slides/Pteria%20penguin.jpg](http://www.nmr-pics.nl/Pteriidae/album/slides/Pteria%20penguin.jpg))

Prave bisere proizvode kamenice iz roda *Pinctada*. Njih karakterizira duga ka i ravna brava te uzdužna os koja je pod pravim kutom u odnosu na bravu. Lijeva ljuštura je udubljenija od desne, a na bazi prednjeg dijela svake ljuštore nalazi se bisusni žlijeb. Rasprostranjene su u Tihom i Indijskom oceanu te Karibima, a ima i lesepsijskih migranata na podru ju Mediterana. Najvažnije vrste za kultivaciju su *Pinctada maxima*, *P. margaritifera* i *P. fucata* (Gervis i Sims, 1992).

### 2.1.1. *Pinctada maxima* (Jameson, 1901)

Jedinke ove vrste odlikuju se ljušturom svijetle žutosme e boje bez zrakastih oznaka (Slika 4). U nekih jedinki umbo i podru je oko njega mogu biti obojeni zeleno, tamno sme e



ili ljubi asto. Sedef je bistar i bogatog sjaja, a na distalnoj granici može imati zlatnu ili srebrnu prugu različit debljine zbog čega se u engleskom jeziku naziva „goldlipped“ ili „silverlipped pearl oyster“. Lijeva ljuštura je umjereno izbočena dok je desna ravna ili malo izbočena što ovisi o starosti. Kako životinja stari izbočenost ljuštura se smanjuje. Na bravi nema zubića. Ovo je najveća vrsta roda *Pinctada*, ljuštura mogu doseći težinu od oko 6 kg, a promjer od 305 mm (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 4.** *Pinctada maxima*

(Preuzeto sa: [www.internetstones.com/image-files/pinctada-maxima-silver-lipped-pearl.jpg](http://www.internetstones.com/image-files/pinctada-maxima-silver-lipped-pearl.jpg))

#### **2.1.2. *Pinctada margaritifera* (Linnaeus, 1758)**

Ova vrsta ima crno obojenu vanjsku površinu ljuštura i rub bez sedefa (Slika 5). Na ljušturi se obično mogu vidjeti svjetlije zone prirasta koje kreću iz umba. Sedef je srebrne boje, a prema rubu postaje sivkast i taman pa se u engleskom naziva „blacklipped pearl oyster“. Brava je bez zubića, a ljuštura su umjereno udubljene. Najveći primjerak imao je oko 30 cm u promjeru i 9 kg teške ljuštura, a bio je star oko 30 godina (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 5.** *Pinctada margaritifera*

(Preuzeto sa: [www.m0.i.pbase.com/o6/90/46890/1/72191680.dbObtCyq.Pinctadamargaritifera01.jpg](http://www.m0.i.pbase.com/o6/90/46890/1/72191680.dbObtCyq.Pinctadamargaritifera01.jpg))

### **2.1.3. *Pinctada fucata* (Gould, 1850)**

Jedinke ove vrste mogu biti razli ito obojene; crveno, sme e, zeleno, bron ano ili krem (Slika 6). Postoje tri razli ita uzorka na vanjskoj površini ljuštore. Naj eš e su neprekidne zrake svjetlijeg obojenja od pozadine, a još se mogu prona i i pravilne obojene mrlje ili jednolika obojenost sa zatamnjenjem na liniji od umba do najudaljenijeg ruba ljuštore. Na jednoj jedinci je mogu e prona i sva tri uzorka. Sedef je krem ili zlatne boje s metalnim sjajem. Po jedan zubi se može na i na svakom kraju ligamenta. Ova vrsta ima najizbo eniju ljušturu od svih vrsta ovog roda (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 6.** *Pinctada fucata*

(Preuzeto sa:

[www.elrincondelmalacologo.com/Web%20fotos%20marinos%20no%20gasteropodos/Fotos%20coleccion/Pteriidae/Pinctada%20fucata.jpg](http://www.elrincondelmalacologo.com/Web%20fotos%20marinos%20no%20gasteropodos/Fotos%20coleccion/Pteriidae/Pinctada%20fucata.jpg))

### 3. KULTURA BISERNICA

U kulturi bisernica postoje četiri bitna procesa i svaki od njih se vrši odvojeno. To su: skupljanje jedinki, njihovo premještanje umrijestilište, nasadivanje jedinki i kultura bisera. U svakom od procesa koriste se različite metode što ovisi o vrsti koja se kultivira i okolišu.

#### 3.1. Mrijestilište

Mrijestilišta bisernica postaju sve raširenija i važnija za industriju bisera. U Japanu se veliki dio podvrste *Pinctada fucata martensii* dobiva iz uzgoja u mrijestilištu. Vrsta *P. fucata* se uglavnom uzgaja u mrijestilištima u Indiji. Mrijestilišta omogućuju selektivno parenje za željenim osobinama i osiguravaju stalnu opskrbu mladunaca (Gervis i Sims, 1992).

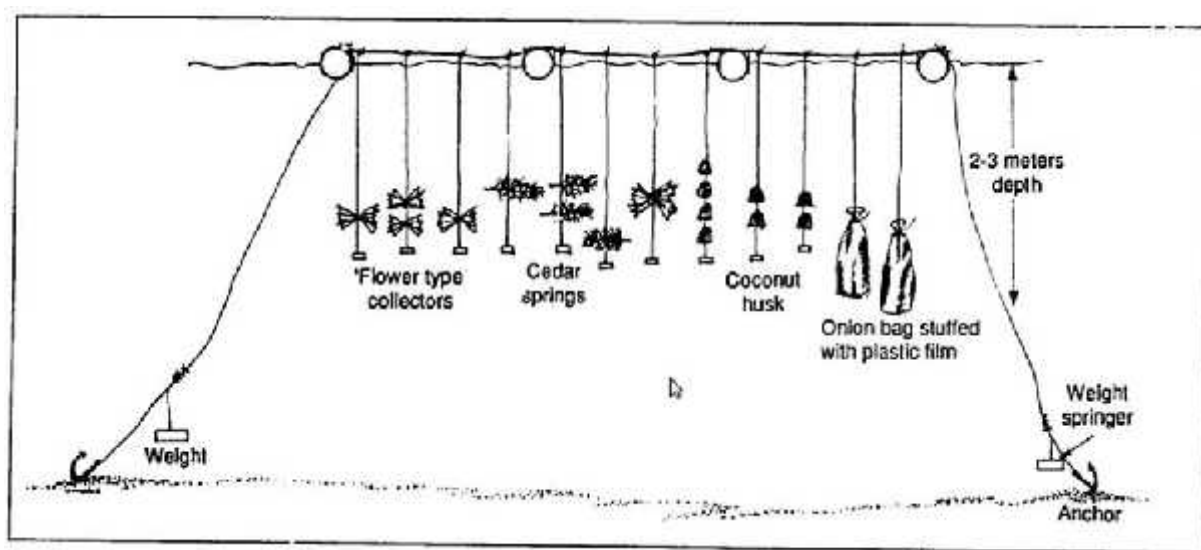
Glavni čimbenik za poticanje mrijesta je temperatura. U prirodi mrijest počinje tako da mužjak prvi izbaciti spolne stanice koje onda potiču ženku da izbaciti jajašca. U veštačini slaba jeva mriještenje se dogodi u spremnicima kada se mati na populacija uzeta iz prirode prevozi u mrijestilište. Smatra se da je taj mrijest potaknut stresom i temperaturom. Mrijest se također može potaknuti različitim kemikalijama (amonijev hidroksid, vodikov peroksid, neutralne kalijeve soli, natrijev hidroksid). Preferira se poticanje mrijesta temperaturom jer se na taj način povećava stopa oplodnje, ličinke se normalnije razvijaju, a i stopa preživljavanja poraste (Gervis i Sims, 1992).

Tehnike njege ličinki jednake su za sve školjkaše, a baziraju se na dobroj kvaliteti hrane, čistoj vodi i niskoj gustoći populacije ličinki. Glavna hrana za ličinke bisernica su biološki manji od 10 µm, a od algi bitne su *Isochrysis galbana*, *Pavlova lutheri*, *Chromulina* sp., koja ubrzava rast ličinki i *Dicrateria* sp. Idealna gustoća populacije školjkaša iznosi 10 ličinki po mililitru vode (Gervis i Sims, 1992).

Mladi školjkaši se skupljaju na umjetne tvorevine koje se stavljaju u more. Uspješno skupljanje mladih bisernica ovisi o materijalu koji se koristi, lokaciji, godišnjem dobu, dubini na koju se kolektor postavlja, strujama i formiranju vrtloga. Vrlo je bitno podesiti i vrijeme u koje se kolektor postavlja jer ako se to napravi u krivo vrijeme može doći do zasićenja kolektora malim neželjenim vrstama iz roda *Pinctada* ili nekim drugim neželjenim organizmima. Mlade bisernice se ostavljaju na kolektorima do 6 mjeseci, a tada se

premještanju u postrojenje za nasa ivanje mladunaca. Kolektori se uglavnom postavljaju na splavi ili parangale, a prave se od granica cedra ili vrste *Pemphis acidula* te bambusa (Slika 7) (Gervis i Sims, 1992).

Mlade bisernice se uglavnom pri vršuju za tamne materijale ili na donju stranu materijala pokazuju i negativnu fototaksiju pri smještanju. Vrlo je bitno zaštititi mlade bisernice od predatora jer u ovoj fazi razvoja imaju vrlo tanku ljušturu pa su podložnije predatorima. Štite se uglavnom tako da se oko njih postave mreže jer je to najjeftinija opcija (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 7.** Dio parangalakoji pokazuje neke materijale koji se mogu koristiti za skupljanje mladih bisernica.

(Preuzeto od Gervis i Sims; 1992)

### 3.2. Nasa ivanje jedinki

Nasa ivanje započinje kada bisernice prerastu mreže za uzgoj u mrijestilištu ili kada su dovoljno velike za razvoj bisera. Na samim početcima uzgoja u Japanu, bisernice su samo spuštene nadnos kojeg su izlovljene i pričekalo se da narastu dovoljno velike da se u njih ugradi jezgra za razvoj bisera. Kultura koja se ne nalazi na dnu omogućuje bolju kontrolu zalihe i izbjegavanje predatora. Nasaene kulture mogu se držati u tri tipa mreža s džepovima ili su elja (Slika 8) (Gervis i Sims, 1992).

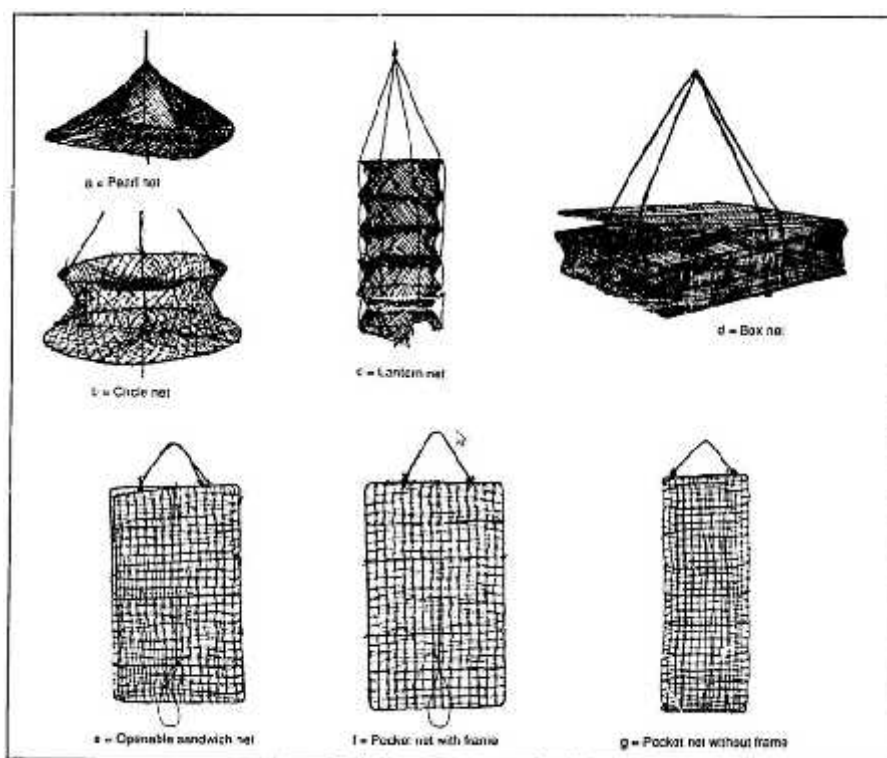
Su elje sendvi tipa esto se koristi za vrstu *P. fucata*. Ono se sastoji od dva okvira koji se međusobno zatvaraju. Bisernice se postavljaju između u redova s ventralnom stranom

okrenutom prema gore, a ima ih 6 do 8 u redu. Bisernice su postavljene tako da se preklapaju, a bisusnim nitima se prihvate za susjednu bisernicu (Gervis i Sims, 1992).

Uokvirena mreža s džepovima se koristi za sve vrste, ali najviše za vrste *P. maxima* i *P. margaritifera*. Sastoji se od žičanog okvira s mrežom podijeljenom u nizove džepova koji drže bisernice, a zatvaraju se granicom ili plastificiranom žicom (Gervis i Sims, 1992).

Mreža s džepovima bez okvira koja se često koristi za uzgoj podvrste *P. fucata martensii* sastoji se od mreže s 5 do 10 redova džepova koji se protežu od vrha do dna konstrukcije (Gervis i Sims, 1992).

Košare ili kavezi u obliku kocke često se koriste za držanje podvrste *P. fucata martensii* nakon implantacije s jezgrom. Kavezi u obliku kocke su pokriveni s pletenom sintetičkom mrežom i nisu pogodni za držanje starijih životinja jer one stvaraju nakupine i dovode do zaostajanja u rastu ili smrti. Sklone su zapetljavanju i smanjenju protoka vode (Gervis i Sims, 1992).

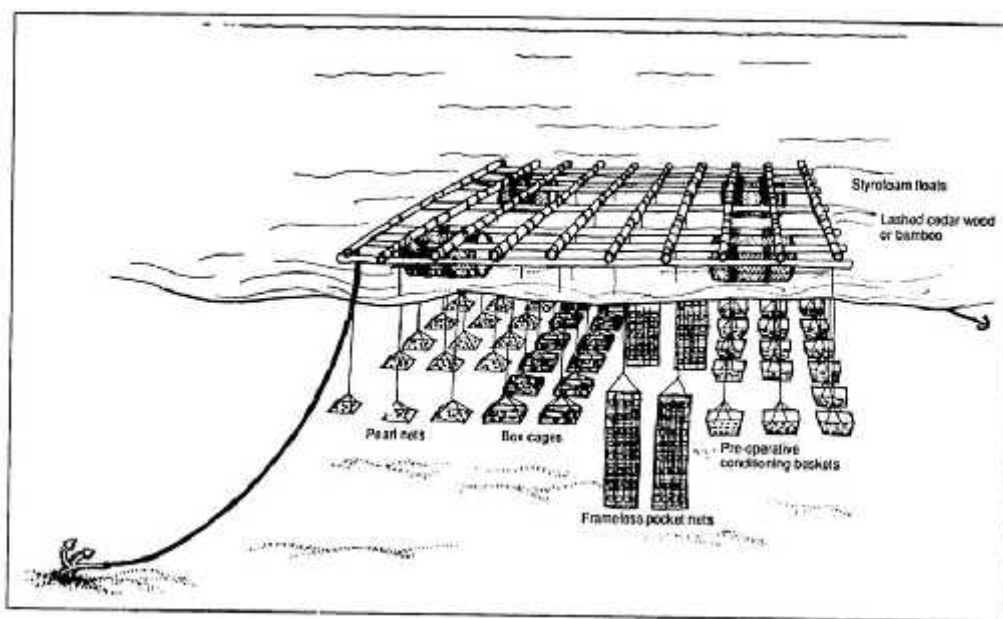


**Slika 8.** Raznolikost mreža koje se koriste u procesu nasadivanja bisernica.

(Preuzeto od Gervis i Sims; 1992)

Mreže se zatim vješaju na parangalu, splav ili skelu, što ovisi o brzini strujanja vode, dubini vode, izloženosti vjetru i valovima, potrebi za izravnim pristupom s kopna, težini operacije, sigurnosnim razlozima, varijacijama u plimi i oseki te troškovima (Gervis i Sims, 1992).

Splavi su krute plutajuće strukture koje su ili usidrene ili privezane za vrste strukture na dnu (Slika 9). Splavi su najbolja opcija za zaštićena područja koja su slabo izložena vjetru i valovima. Na njima je jednostavno raditi, nema potrebe za ronjenjem kako bi se pregledale životinje pa su zato i jeftinija opcija. Mogu se smjestiti i blizu kopna pa se uvrstiti za mol što ih čini dostupnijima u vrijeme implantacije jezgre za biser. S druge strane, životinje se drže na malom prostoru pa se povećava gustoća populacije. Hranjive tvari postaju slabo dostupne, a i povećava se rizik od pojave bolesti (Gervis i Sims, 1992).



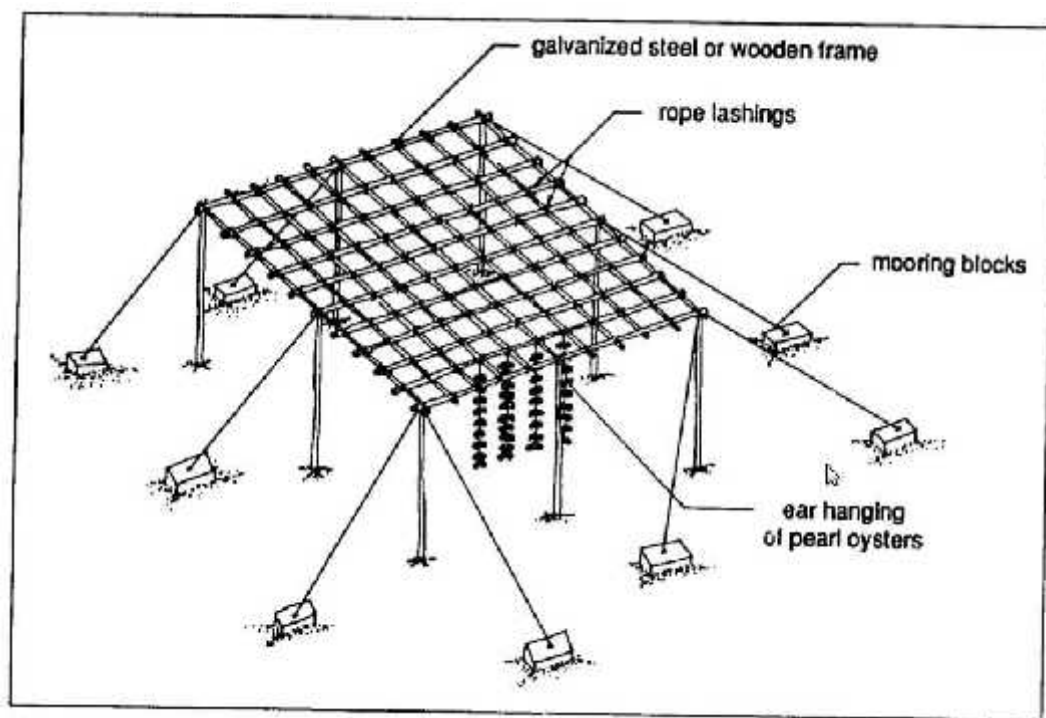
**Slika 9.** Prikaz splavi kakva se koristi u perlikulturi.

(Preuzeto od Gervis i Sims; 1992)

Parangala se sastoji od linije s plutama koju nategnutom drži sustav sidara. Parangala je prihvatljivija opcija od splavi zato jer su njena konstrukcija, transport i postavljanje jednostavniji, lakše je podesiti potrebe za plutanjem u skladu s teretom i bolje

podnosi loše vrijeme ili jake struje. U Japanu se koristi za uzgoj *P. fucata martensii* i *Pteria penguin* te *P. maxima* u Australiji (Gervis i Sims, 1992).

Skele su krute konstrukcije u vrš ene za morsko dno na koje se onda postavljaju vise i kontejneri ili niti (Slika 10). Ovaj sustav se koristio za uzgoj vrste *P. maxima* u Australiji i *P. margaritifera* u Sudanu, a danas se koristi za držanje bisernica dok se oporavljaju nakon implantacije (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 10.** Prikaz skele kakva se koristi za uzgoj *P. margaritifera* u Francuskoj Polineziji.

(Preuzeto od Gervis i Sims; 1992)

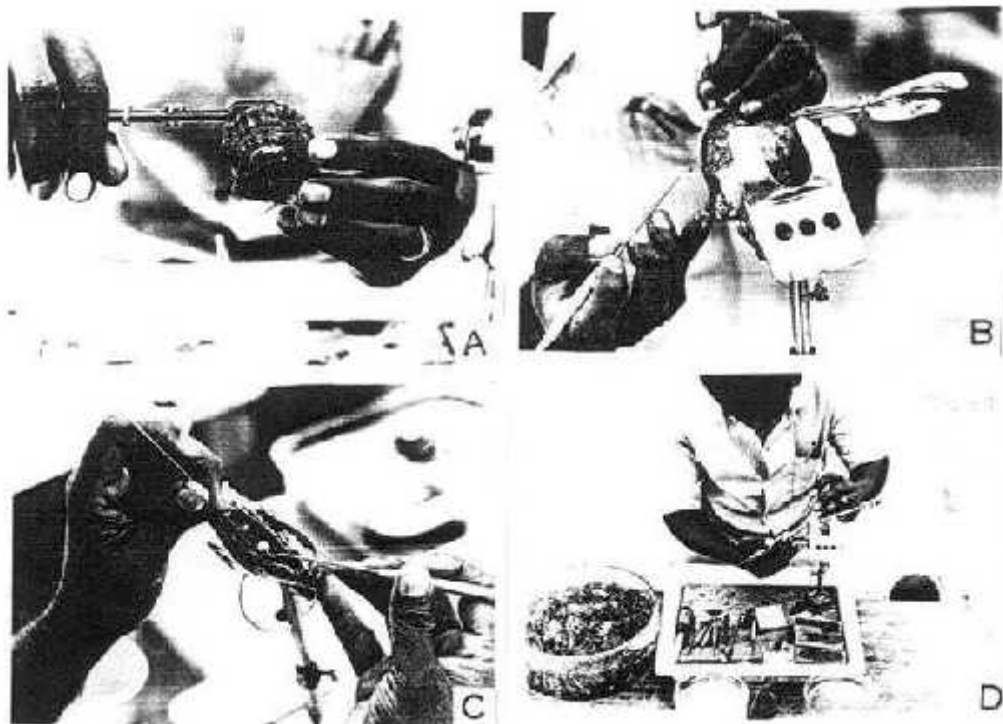


### 3.3. Kultura bisera

Kultura bisera se odnosi na implantaciju jedne ili više sfernih jezgri zajedno s djelićem tkiva plašta u gonadu. Djelić tkiva s vremenom obraste oko jezgre i po nekoj nalogi naslage sedefa te nastaje biser (Gervis i Sims, 1992).

Implantacija se provodi na spolno zrelim bisernicama koje prije operacije prolaze kroz fazu općeg oslabljivanja životinje. Taj proces traje 28 do 40 dana. U tom periodu mišićna i epitel gonada degeneriraju, a dolazi i do mriještenja. Svrha cijelog procesa je oslabiti životinju kako bi se smanjio rizik od odbacivanja umetnute jezgre. Vrlo je bitno da dođe do mriještenja tijekom oslabljivanja životinje jer slobodan organski materijal može dovesti do nepravilnosti i plavi astog obojenja prilikom formacije bisera. Bisernice koje prolaze kroz ovakvu preoperativnu fazu trebaju kraće vrijeme da se oporave nakon same operacije. Smatra se da je ovakav preoperativni postupak ključan za uspjeh operacije jer ako je životinja preslaba ili je epitel gonada pretanak umetnuta jezgra neće se izbaciti kroz „zid“ gonada, što se desi u oko 70% slučajeva. U ostalih 30% slučajeva, životinja je prejak pa mišićnim kontrakcijama izbací jezgru kroz rez (Gervis i Sims, 1992).

Implantacija jezgre bisera se vrši u hladnijim mjesecima. Oslabljene bisernice se donose na platforme za operaciju ili laboratorije, gdje se i otvaraju. U njih se prvo umetne komadić tkiva plašta, a zatim i jezgra (Slika 11). U neke vrste se umetne više jezgri pa se postupak ponavlja. Odabir tkiva plašta je bitan za kvalitetu budućeg bisera. Ono se uzima iz zdrave bisernice sa željenom bojom sedefa, jer takav će na kraju biti i proizvedeni biser. Jezgra se najčešće dobiva iz slatkovodne porodice školjkaša, Unionidae. Ljuštura ovih školjkaša se reže na kockice koje se onda strojno zaobljuju, a zaglađu se poliranjem u klorovodnoj kiselini. Na kraju operacije bisernica se zatvori i vrati u more (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 11.** Prikaz implantacije jezgre bisera u bisernicu: (A) otvaranje školjkaša; (B) umetanje tkiva plašta; (C) umetanje jezgre bisera; (D) izgled operacije.

(Preuzeto sa: [www.fao.org/docrep/field/003/ab726e/AB726E24.jpg](http://www.fao.org/docrep/field/003/ab726e/AB726E24.jpg))

Vanjski sloj epitelnih stanica doniranog tkiva plašta proliferira i razmjesti se oko jezgre pa nastane vre ica bisera. Unutarnji sloj epitelnih stanica i vezivno tkivo doniranog tkiva plašta degenerira. Stanice vre ica bisera uzimaju hranjive tvari iz okolnog tkiva i ubrzo ponovno poprimaju ulogu lučenja sedefa koji se u tankim slojevima „slaže“ oko jezgre. Slojevi sedefa se sastoje od izmjerenih slojeva konhiolina i aragonita. Konhiolin je organska osnova koja se sastoji od mukopolisaharida koji povezuju kristale aragonita. Kvaliteta sedefa i proces nastanka u kultiviranih bisera jednak je onom u prirodnih bisera ([www.fao.org/docrep/field/003/ab726e/AB726E11.htm#ch11.2](http://www.fao.org/docrep/field/003/ab726e/AB726E11.htm#ch11.2)).

Nakon operacije bisernice se premještaju u vrlo mirnu duboku vodu, s vrlo slabim strujama, kako bi se uznemiravanje što više smanjilo, a time i izbacivanje bisera. Nakon 203 tjedna, nakon što se vre ica bisera formirala, premještaju se u normalnu okolinu. U bisernicu *P. fucata* uglavnom se može više jezgri odjednom i ona se operira samo jednom, dok *P. maxima* i *P. margaritifera* mogu biti operirane do četiri puta. Procjena se vrši prilikom vađenja bisera iz školjkaša. Ukoliko je biser dobar, u jedinku se može nova jezgra velika kao

prethodno izva en biser. Tkivo plašta nije potrebno jer je vre ica bisera ve formirana. Ukoliko biser nije dobre kvalitete jedinka se koristi za proizvodnju polubisera ili se ubija kako bi se njena ljuštura mogla prodati (Gervis i Sims, 1992).

Biseri se kultiviraju izme u 18 mjeseci te tri i pol godine. Srednje kvalitetan biser bi trebao imati oko 1 000 slojeva sedefa, a sveukupna debljina sedefa bi bila izme u 0,4 i 0,5 mm. Sabiranje bisera odvija se kada je temperatura mora najniža jer su tada slojevi sedefa najtanji i najsjajniji. Kada se bisernica otvori, ljuštura i stopalo se pripremaju za prodaju, a ostatak se miješa s vapnom i stavlja u ba vu s drvenim lopaticama kako bi se macerirao. Teži biseri padnu na dno ba ve, a zatim se ispiru s neutralnim sapunom i vodom, suše se i sortiraju. Oko 30% bisera bude odba enih; oni se koriste u farmaceutskoj industriji, oko 40% nije zadovoljavaju eg oblika pa se koriste za proizvodnju razli itog nakita, a oko 30% bisera bude prave kvalitete. Oni se prodaju pojedina no ili u obliku ogrlica jer tako postižu višu cijenu(Slika 12) (Gervis i Sims, 1992).



**Slika 12.** Biserna ogrlica

(Preuzeto sa: [www.pearlhours.com/images/201104/1303220393.jpg](http://www.pearlhours.com/images/201104/1303220393.jpg))

#### **4. LITERATURA**

Appeltans, W, Bouchet, P, Boxshall, G.A., De Broyer, C., de Voogd, N.J., Gordon, D.P., Hoeksema, B.W., Horton, T., Kennedy, M., Mees, J., Poore, G.C.B., Read, G., Stöhr, S., Walter, T.C., Costello, M.J. (ur.) (2012): World Register of Marine Species. <http://www.marinespecies.org>, pristupljeno 30.08.2013.

Gervis, M.H., Sims, N.A. (1992): The Biology and Culture of Pearl Oysters (Bivalvia: Pteriidae). ODA, London

Habdija, I., Primc Habdija, B. (2011): Protista-Protozoa Metazoa - Invertebrata Strukture i funkcije. Alfa, Zagreb

Matonić, I., Habdija, I., Primc Habdija, B. (1998): Beskralješnjaci – biologija nižih avertebrata. Školska knjiga, Zagreb

#### **Internetske stranice:**

[www.fao.org/docrep/field/003/ab726e/AB726E00.htm#TOC](http://www.fao.org/docrep/field/003/ab726e/AB726E00.htm#TOC), pristupljeno 30.08.2013.

[www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search\\_topic=TSN&search\\_value=79590](http://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=79590), pristupljeno 30.08.2013.

[www.pearl-guide.com](http://www.pearl-guide.com), pristupljeno 30.08.2013.

#### **Izvori slika:**

[www.biocyclopedia.com](http://www.biocyclopedia.com), pristupljeno 29.8.2013.

[www.digsfish.com](http://www.digsfish.com), pristupljeno 8.9.2013.

[www.nmr-pics.nl](http://www.nmr-pics.nl), pristupljeno 29.8.2013.

[www.internetstones.com](http://www.internetstones.com), pristupljeno 29.8.2013.

[www.m0.i.pbase.com](http://www.m0.i.pbase.com), pristupljeno 29.8.2013.

[www.elrincondelmalacologo.com](http://www.elrincondelmalacologo.com), pristupljeno 29.8.2013.

[www.pearlhours.com](http://www.pearlhours.com), pristupljeno 30.8.2013.

## 5. SAŽETAK

Perlikultura je proces uzgoja bisernica namijenjenih za proizvodnju bisera. Sastoji se od skupljanja bisernica u njihovom prirodnom okolišu, premještanja u mrijestilišta, nasadivanja mladih bisernica na podlogu i proizvodnje bisera. U ovom radu obrađene su vrste *Pinctada maxima*, *P. margaritifera* i *P. fucata*, koje se najviše komercijalno iskorištavaju, te neke od metoda za njihov uzgoj. Metode se biraju s obzirom na vrstu bisernice i okolišne imbenike. Iako bisernice iz uzgoja na kraju budu ubijene, a neki njihovi dijelovi prodani, razvoj perlikulture je smanjio njihovo izlovljavanje iz prirodnih staništa, a time ih je i sačuvao od istrebljenja. Perlikultura također sadrži potencijal za ekonomski razvoj malih obalnih mjesta.

## 6. SUMMARY

Pearl culture is a process of cultivating pearl oysters to produce pearls. It consists of collecting animals from their natural habitat, their relocation into hatcheries, the on-growing of spat and pearl production. This paper presents the commercially most valuable pearl oyster species (*Pinctada maxima*, *P. margaritifera* and *P. fucata*) and the methods that are being used to cultivate them. The methods are being chosen according to specific species and environmental factors. Although bred pearl oysters eventually end up dead and their parts get sold, the development of pearl culture has significantly reduced fishing from their natural habitat and saved pearl oysters from extinction. Pearl culture also presents a significant potential for economic development of small coastal villages.